

2008 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

承 诺 书

我们仔细阅读了中国大学生数学建模竞赛的竞赛规则.

我们完全明白, 在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式(包括电话、电子邮件、网上咨询等)与队外的任何人(包括指导教师)研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道, 抄袭别人的成果是违反竞赛规则的, 如果引用别人的成果或其他公开的资料(包括网上查到的资料), 必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺, 严格遵守竞赛规则, 以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为, 我们将受到严肃处理。

我们参赛选择的题号是(从A/B/C/D中选择一项填写): B

我们的参赛报名号为(如果赛区设置报名号的话): 1919

所属学校(请填写完整的全名): 华南农业大学

参赛队员(打印并签名): 1. 张迪英

2. 麦培元

3. 陈寅

指导教师或指导教师组负责人(打印并签名): 金玲玉

日期: 2008 年 9 月 22 日

赛区评阅编号(由赛区组委会评阅前进行编号):

2008 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

编 号 专 用 页

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

评阅人										
评分										
备注										

全国统一编号（由赛区组委会送交全国前编号）：

全国评阅编号（由全国组委会评阅前进行编号）：

高等教育学费标准问题的研究

摘要

本文主要分两个不同的角度对学费标准问题进行了研究，第一角度是通过建立综合评价模型来制定学费合理性的评价方法，第二角度是通过建立多目标规划模型来制定合理的学费价格体系。

从第一个角度出发，建立了一个综合评价模型（模型一）来制定学费合理性的评价方法，运用这种方法可按照各类学校或专业的学费合理程度的高低对其进行综合排序。

模型一首先是从教育投资效益的角度出发来分析“学费的合理性”的影响因素，构造了劳动消耗指标、劳动成果指标、科研成果指标、劳动占用指标、资源利用指标，并利用极差标准化法对这 5 个指标进行标准化处理。然后运用偏大型正态分布函数作为动态加权函数，对这 5 个指标进行动态加权，构造出学费合理性的综合评价指标，指标的数值越大说明学费的合理性越高。模型一可适用评价不同类型的学校的学费合理性或不同专业的学费合理性。若将全国所有普通高等学校按照省份分为 31 类，应用模型一，各类高校学费的综合评价结果是浙江省、湖北省、江西省高校的学费合理性最大，福建省高校的学费合理性最小。

从第二个角度出发，建立了一个多目标规划模型（模型二）来制定合理的学费价格体系，运用这个体系可制定出全国整体水平的最优学费价格和生均奖贷助学金。

模型二是从全国整体水平出发，以培养质量指标最大、学生就读比例指标最大、学校办学收益指标最大和学生收益指标最大为 5 个目标函数，同时考虑成本分担约束、家庭负担约束、社会经济约束和学校财力约束，建立多目标规划模型。通过线性加权将多目标规划模型化为单目标规划模型，用 LINGO 软件求得全局最优解。求解的结果是全国普通高等学校最优的平均学费价格是 4298.35 元，生均奖贷助学金是 644.75 元。分析结果得出，目前全国普通高等学校学费的制定存在普遍过高的现象，应当进行适当地下调高校学费，下调的幅度大概为 12.84%；同时，需要适当地增加奖贷助学金的发放金额，增加的幅度大概为 5.79%。

模型的改进方面，在模型二的基础上，建立了一个能够对具体学校的具体专业学费进行合理定价的模型。

本文的最大的亮点在于学费价格体系中不仅考虑了学费标准，还考虑了奖贷助学金的发放标准。另外，运用了偏大型正态分布函数作为动态加权函数，对评价指标进行动态加权，构造出学费合理性的综合评价指标也是本文的一个优点。最后，本文还对制定学费标准的具体方案给出了建议，并对三个模型在实际中的应用价值进行了讨论。

关键词：高等教育学费标准 多目标规划 综合评价指标 学费价格体系

一 问题的提出

学费政策是教育财政政策的重要组成部分。在现行制度下，大学学费标准的制定和实行属于地方管辖，即由学校所属地区的地方政府物价局根据当地物价水平来确定，所以全国各地的大学学费标准及其确定方式也不尽相同。^{【1】}

高等教育的学费问题涉及到每一个大学生及其家庭。过高的学费会使很多学生无力支付，过低的学费又会导致学校财力不足而无法保证培养质量。根据相关规定，高等教育属于非义务教育，其成本主要是根据高等教育收益分享情况进行分摊，即遵循“谁收益、谁负担”的原则。基于此理论，我国于 1993 年试行并轨招生，缴费上学制度开始在部分高校试行。到 1997 年，全国高校全部并轨收费。然而，自高等教育实行收费政策以来，收费标准出现了逐步攀升的情况，以至于学费水平在一定程度上成了人们关注的社会问题，也成为人们争议的社会焦点。^{【2】}

本文需解决的问题是根据中国国情，收集相关数据，并据此建立数学模型，对学费标准进行定量分析，得出明确的、有说服力的结论。然后根据建模分析的结果，给有关部门写一份报告，提出具体建议。

二 问题的分析

高等教育的经费主要由政府拨款、学校自筹、社会捐赠和学费收入等几部分组成，其中由受教育者及其家庭所承担的学费是本文主要的讨论对象。目前学费收入已成为高等学校办学经费的主要来源之一，也已成为维系学生与学校经济关系的主要纽带。在学费的背后，体现着市场经济下学生、学校之间重要的经济关系。高等教育学费是一种作为市场主体的高等学校和学生之间的自愿市场交换行为，其中高等教育是一种商品，学费是高等教育产品的价格表现。因此，无论从形式还是内容上其价格的性质都已经具备。简而言之，高等教育学费就是一种价格。^{【3】}

为了探讨学费的标准，首先要分析普通高等学校教育经费的收入来源和支出用途，根据《2007 中国教育经费统计年鉴》，分析得出高校经费的收入来源和支出用途，如下图所示：

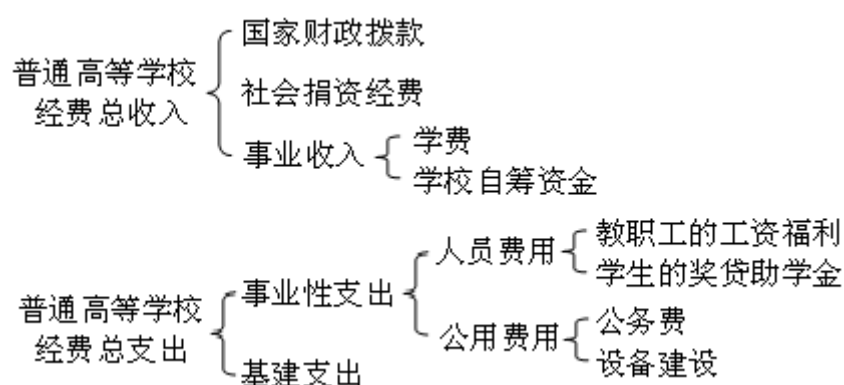


图 1 普通高等学校经费的收入和支出

另外，为了照顾符合接受高等教育条件但是家庭经济困难的学生，可以通过申请奖学金、贷学金和助学金来获得资助、减少学费的支出。因此，在研究学费标准时，不仅要考虑学费自身的标准，还要兼顾考虑奖学金、贷学金和助学金的标准。这里为了简化问题，我们将奖学金、贷学金和助学金结合起来进行分析，统称为“奖贷助学金”。

对于这个问题，我们考虑从整体和局部两个角度出发来分析和解决问题。

首先，从整体出发，分成三个步骤来对我国的学费价格进行定量分析。

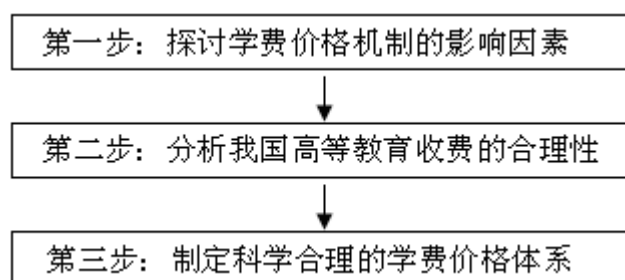


图2 整体解题步骤

第一步是探讨学费价格的影响因素，即在确定学费时需要考虑哪些因素的影响。比如，主要的影响因素有家庭经济承担能力、生均培养成本的分担情况和学校的财政能力等。然后根据分析结果来收集所需的相关数据。

第二步是建立一个评价学费是否合理的方法，来分析目前我国高等教育学费的合理性，即确定学费的收取是否合理。概括地说，就是根据前面的分析结果，结合主要的相关因素，利用综合评价方法，建立一个评价准则，然后运用这个评价方法，可对几类学校或专业的学费合理性进行评价。

第三步是根据学费价格的影响因素，制定出科学合理的学费价格体系，即确定最优的学费价格和奖贷助学金。简单地说，科学合理的学费价格体系是指既能使学生有能力支付，又能满足学校财务需求、并保证教学质量。

以上三个步骤是对全国的平均学费价格水平进行总体分析。

然后，具体地，从局部出发，结合三个方面对问题进行深入探讨。

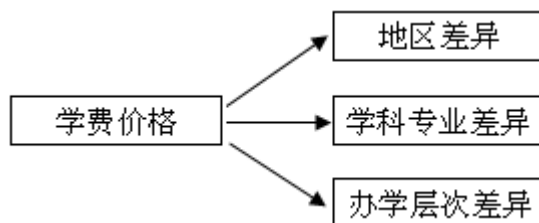


图3 局部分析的三个方面

这里的局部性是指具体考虑适合某个地区的某类学校中某个专业的学费价格体系。

第一方面是考虑地区差异对学费价格的影响，主要是考虑当地的区域经济发展水平的影响。我国各地区的经济发展并不均衡，各地居民的经济收入状况也存在差异，导致了高校的学费水平也存在区域差异。

第二方面是考虑学科专业差异对学费价格的影响，即考虑专业的冷热门、专业的培养需求和对社会的贡献率的影响。也就是说，相对而言，热门专业的学生应缴纳较高的学费，来与其毕业后较高的收益想匹配。同时，某些专业自身的特点使其培养成本较高，相应地要求就读的学生缴纳较高的学费，比如艺术类专业。而对于社会回报率较高、个人回报率较低的专业，其学费应保持在一个较低的水平。^[5]

第三方面是考虑办学层次的差异，即考虑学校的性质是本科院校、专科院校还是民办院校。学费和教育成本的关系非常密切，本科院校属于重点学校，其教育成本一般比专科院校的教育成本高，因为本科院校需要聘请更多的优秀教学科研人员，所以需要支付更高的薪酬；同时，本科院校的科研、教学、生活设施一般要比专科院校完善，这也会带来更多的投入。又因为重点学校的需求也比普通学校多，所以理论上其学费价格也

应该比较高,才能使成本与收益相匹配。但是由于重点学校得到政府和社会提供的财政经费要远高于普通学校,因此能够接受相对较低的学费。这就是我国高等教育中普遍存在“高质低价、低质高价”现象的原因。另外,民办高校由于缺少政府的财政扶持,主要依靠学费作为办学经费的主要来源,所以其学费水平应高于同类的公立院校。

以上三个方面的分析是对问题的细化和深化,使得学费的确定标准更加具体、更加具有针对性。

三 模型的假设

- (1) 假设各类学校学费价格的制定互不影响。
- (2) 假设国家和社会对普通高等学校的资助金额能够全部到位。
- (3) 假设不考虑流动资金的时延性。

四 符号的说明

I_i	模型一的第 i 个指标($i=1,2,\dots,5$);	w_i	模型一第 i 个指标的权值($i=1,2,\dots,5$)
M_1	应届应该毕业的学生总数;	M'_1	应届实际毕业的学生人数;
M_2	学校教职工人数;	M'_2	高校的教师总数;
S_2	年获得国家授权的科研项目数;	M_3	学校用于教学性经费的支出
Y_i	模型二的第 i 个指标($i=1,2,3,4$);	C_i	第 i 个比率($i=1,2,3,4$);
x_1	学费价格;	x_2	生均奖贷助学金;
F	高等学校经费总收入;	F'	高等学校经费总支出;
F_1	国家对高校的财政拨款;	F_2	社会对高校的捐资经费;
F_3	学校自筹资金;	F_4	高校教职工的工资福利;
F_5	学校公务费;	F_6	学校设备建设;
f_1	国家生均拨款;	f_2	生均社会捐资经费;
f_3	生均学校自筹资金;	f	生均教育培养成本;
E	恩格尔系数;	N	学生总人数;
p_1	居民人均收入;	p_2	大学毕业生的人均工资;
\bar{p}_2	人均工资;	p_3	平均家庭收入;
p_4	人均 GDP;	λ	专业培养系数;
μ	专业的社会贡献系数;	ξ	学校重点系数;

五 模型的建立与求解

本节主要分为两大部分，第一部分是建立综合评价模型来制定学费合理性的评价方法。模型一中，以劳动消耗指标、劳动成果指标、科研成果指标、劳动占用指标、资源利用指标为评价指标，运用偏大型正态分布函数对这 5 个指标进行动态加权，构造出学费合理性的综合评价指标，模型一可适用评价不同类型的学校的学费合理性或不同专业的学费合理性。第二部分是建立多目标规划模型来制定合理的学费价格体系。模型二中，以培养质量指标最大、学生就读比例指标最大、学校办学收益指标最大和学生收益指标最大为 5 个目标函数，同时考虑成本分担约束、家庭负担约束、社会经济约束和学校财力约束。模型二可制定出全国整体水平的最优学费价格和生均奖贷助学金。

5.1 学费合理性的综合评价方法

5.1.1 模型一的分析

建立这个模型的目的是为了对学费的合理性进行综合评价，这就需要对评价指标进行设置。在问题的分析中提过，高等教育是一种商品，学费是高等教育产品的价格表现，因此所设置的评价指标要能够反映出高等学校的教育投资效益。评价指标的设置必须能够充分反映办学目标的要求，既要结合当前的实际又要着眼于未来。

高等教育的宏观效益包括社会效益和经济效益两大方面。高等教育的社会职能是教学、科研、生产三者相结合，是培养高级人才和发展科学文化技术的部门，因此从某种意义上讲，其社会效益也包含在经济效益内。

结合实际情况和理论分析，构建了评价指标体系，包括了以下 5 个评价指标：

指标 1：劳动成果指标；

指标 2：科研成果指标；

指标 3：劳动占用指标；

指标 4：劳动消耗指标；

指标 5：资源利用指标。

指标分析：

(1) 劳动成果指标

这个指标衡量的是高校在提供教育的过程中的劳动成果，这个劳动成果是指接受高等教育学生的质量，这里用毕业生的人数来进行度量。如果实际毕业的学生人数占应该毕业人数的比例较小的话，就说明毕业生的质量达不到基本条件，劳动成果的合格率太低；如果实际毕业的学生人数占应该毕业人数的比例较大，就说明毕业生的质量达到基本条件，劳动成果的合格率较高。所以这个指标的数值越大，效益越好。劳动成果指标可表示为

$$I_2 = \frac{M'_1}{M_1}, \quad (1)$$

其中， M_1 为应届应该毕业的学生总数； M'_1 为应届实际毕业的学生人数。

(2) 科研成果指标

科研成果是作为考核高校内部投资效益的辅助指标，这里用学校教职工人均创造的科研成果数来进行量化。如果学校人均创造的科研成果数越多，则说明学校师资力量大，

科研能力强；如果学校人均创造的科研成果数越少，则说明学校师资力量小，科研能力弱。所以这个指标的数值越大，效益越好。科研成果指标可表示为

$$I_3 = \frac{S_2}{M_2}, \quad (2)$$

其中， M_2 为学校教职工人数； S_2 为年获得国家授权的科研项目数。

(3) 劳动占用指标

这个指标衡量的是高校在提供教育的过程中对劳动资源的占用情况，这里是用学校中学生与教师的比例来进行量化。如果学生与教师的比例越大，则说明单位劳动力的服务范围越大，因此对劳动力资源的占用就越小；如果学生与教师的比例越小，则说明单位劳动力的服务范围越小，因此对劳动力资源的占用就越大。所以这个指标的数值越大，效益越好。劳动占用指标可表示为

$$I_4 = \frac{N}{M'_2}, \quad (3)$$

其中， N 为高校的在校学生总数； M'_2 为高校的教师总数。

(4) 劳动消耗指标

这个指标衡量的是高校在提供教育的过程中对劳动资源的消耗程度，这里是用学校用于培养每一名大学生的年实际消耗来进行量化。如果高校对于劳动的消耗程度越快，则需要的投资就越多。这个指标的数值越小，效益越好。劳动消耗指标可表示为

$$I_1 = \sum_{i=1}^3 F_i / (N + x_1), \quad (4)$$

其中， F_1 为国家财政拨款； F_2 为社会捐资经费； F_3 为学校自筹资金；

N 为高校的学生总数； x_1 为学费价格。

(5) 资源利用指标

这个指标衡量的是高校在提供教育的过程中对资源的利用情况，这里是用学校教学性经费占教育事业总支出的比例来进行量化。如果学校教学性经费占教育事业总支出的比例越大，说明学校把越多的经费放在教学质量上，即把资源主要利用在教学上。这个指标的数值越大，效益越好。资源利用指标可表示为

$$I_5 = \frac{M'_3}{M_3} \quad (5)$$

其中， M_3 为学校用于教学性经费的支出； M'_3 为学校用于教育事业的总支出。

5.1.2 模型一的建立

基于 5.1.1 的分析，以(1)~(5)为评价指标，建立综合评价模型。这个模型的作用是针对已知的若干类学校的学费价格及其相关的基本情况，求出这些学校的学费价格的综合评价指标，然后可按照综合评价指标的大小对这些学校进行排序，其综合评价指标越大的学校，其学费价格的合理性越高。

在建立评价指标体系时，考虑了 5 个指标，其中有 4 个指标是越大越好，1 个指标是越小越好。同时，由于不同指标的性质不同，量纲不同，之间不具有可比性。为了得到一个实用性更强的综合评价模型，我们首先将各指标统一成标准化指标。

这里应用相对隶属度的定义，取方案集的最大特征值对优的相对隶属度为 1，方案集的最小特征值对优的相对隶属度为 0。

具体地，对于“值越大越好”的指标，已知进行评价的 k 类学校的指标值，其极差标准化的公式为

$$\frac{I_k - \min\{I\}}{\max\{I\} - \min\{I\}} \quad (6)$$

对于“值越小越好”的指标，已知进行评价的 k 类学校的指标值，其极差标准化的公式为

$$\frac{\max\{I\} - I_k}{\max\{I\} - \min\{I\}} \quad (7)$$

然后采用动态加权法来确定相应的综合评价指标，这里取动态加权函数为偏大型正态分布函数，即

$$w_i(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \alpha_i \\ 1 - \exp\left[-\left(\frac{x - \alpha_i}{\sigma_i}\right)^2\right], & x \geq \alpha_i \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, 5) \quad (8)$$

由实际数据经计算可得 $\alpha_1 = 0.7112$ ， $\alpha_2 = 0.6567$ ， $\alpha_3 = 0.1733$ ， $\alpha_4 = 0.6694$ ， $\alpha_5 = 0.3376$ ； $\sigma_1 = 0.2186$ ， $\sigma_2 = 0.2348$ ， $\sigma_3 = 0.2433$ ， $\sigma_4 = 0.2542$ ， $\sigma_5 = 0.2208$ 。代入上式可以得到 5 项指标的权值函数。因此，某类学校学费合理性的综合评价指标定义为

$$R = \sum_{i=1}^5 w_i(I_i) \times I_i \quad (9)$$

这个模型的优点是适用性和灵活性强。通过收集相应的数据，这个模型可适用于评价和比较不同类型的学校的学费合理性或不同专业的学费合理性。这里不同类型的学校是指可根据实际需要对学校进行分类，比如可以将学校按所在省份分为广东省高校、湖南省高校等；或按学校性质分为本科高校、专科高校和民办高校；或按学校特点分为师范类、理工类等。

5.1.3 模型一的应用

具体地，我们将全国所有的普通高等学校按其所在省份分为 31 类，再应用模型一，对全国 31 个省份的高校学费价格进行综合评价分析。

首先，收集模型一所需要用到的数据，如下表所列

表 1 求解模型一所收集的数据

各省份应届应该毕业的学生总数	各省份应届实际毕业的学生人数
各省份普通高校教职工人数	各省份年获得国家授权的科研项目数
各省份普通高校的在校学生总数	各省份高校获得的政府财政拨款
各省份高校获得的社会捐资经费	各省份的高校自筹资金
各省份的高校学生总数	各省份的高校学费价格
各省份高校用于教学性经费的支出	各省份高校用于教育事业的总支出

注：以上数据来源于《2007 中国统计年鉴》和《2007 中国教育经费统计年鉴》，其中部

分数据是通过年鉴中的相关数据计算求得的。

然后，应用综合评价模型，运用 Matlab 软件编程进行求解，先求出模型中 5 个评价指标的值（其具体数值见附录的表 9）；接着将 5 个指标的数据进行标准化（其具体数值见附录的表 10）；再对 5 个指标标准化后的值进行动态加权，得出 31 个省份的综合评价指数。按照综合评价指数的大小对这些学校进行排序，其综合评价指数越大的学校，其学费价格的合理性越高。结果如下表所示：

表 2 各省份的综合评价指数和排序

省份	综合评价指数	排序	省份	综合评价指数	排序
北 京	0.8362	12	湖 北	1.5572	2
天 津	0.4335	25	湖 南	1.1926	7
河 北	1.2022	6	广 东	1.2025	5
山 西	0.299	29	广 西	0.082	30
内 蒙 古	0.4725	24	海 南	0.8415	11
辽 宁	0.5116	22	重 庆	0.3773	28
吉 林	1.1511	8	四 川	0.4794	23
黑 龙 江	0.5633	21	贵 州	0.7434	15
上 海	0.8856	10	云 南	0.6255	18
江 苏	0.5791	20	西 藏	1.225	4
浙 江	1.6356	1	陕 西	0.5807	19
安 徽	0.7944	14	甘 肃	0.7131	17
福 建	0.056	31	青 海	0.9641	9
江 西	1.5491	3	宁 夏	0.409	27
山 东	0.4278	26	新 疆	0.7202	16
河 南	0.7967	13			

由上表结果可知，在全国的 31 个省份中，浙江省高校的学费合理性最高，其次是湖北省和江西省；福建省高校的合理性最低。

5.2 制定科学合理的学费价格体系

5.2.1 数据的处理

（1）生均奖贷助学金

对于适合接受高等教育但又经济困难的学生，一般可通过贷款和学费减、免、补等方式获得资助，品学兼优者还能享受政府、学校、企业等给予的奖学金。因此，奖贷助学金的发放，从一定程度上降低了受教育者在经济上的负担。也就是说，对于经济困难的学生，可能所制定的学费超过其经济承受能力，但由于奖贷助学金的资助，使得贫困生实际缴纳的学费又降低到其经济承受能力之内。因此，在制定学费标准时，同时要结合考虑奖贷助学金的制定对其产生的影响。

这里为了便于和学费进行统计分析，引入一个生均奖贷助学金的概念。

生均奖贷助学金是指每个受教育学生可以摊分到的奖贷助学金，其中奖贷助学金是对奖学金、贷学金和助学金的统称。其计算方法为

$$\text{生均奖贷助学金} = \frac{\text{全国奖贷助学金支出}}{\text{学生总数}}.$$

(2) 生均教育培养成本

一般来说教育培养成本是指学校为培养高级专门人才而开支的费用，它是确定收费基础的基础。而生均教育培养成本就是指学校培养每个学生而开支的平均费用。

按照我国颁布的《高等学校收费管理暂行办法》，教育培养成本包括公务费、业务费、设备购置费、修缮费、教职工人员经费等正常办学费用支出。因此，将教育培养成本除以学生总数就可得到生均教育培养成本。

5.2.2 模型二的分析

建立这个模型的目的是为了制定对于全国整体水平来说合理的学费价格和生均奖贷助学金。我们以学费价格和生均奖贷助学金作为变量，设全国高等学校的平均学费价格为 x_1 ，平均的生均奖贷助学金为 x_2 。结合实际，主要考虑制定合理的学费价格和生均奖贷助学金，以满足如下几个需求因素：

目标 1：培养质量指标最大；

目标 2：学生就读指标最大；

目标 3：办学收益指标最大；

目标 4：学生收益指标最大。

目标分析：

目标 1：培养质量指标最大

高校是高等教育的供给方，而学费具有价格的功能，因此学费价格会影响高校所供给的培养质量。同时，培养质量是高等教育的一个核心指标，其质量需要有相应的经费来做保障，即运用学费的价格功能能够促使高校提高办学质量。

对于培养质量，我们主要从三方面进行衡量，分别是师资力量、教育设备和教学氛围。师资力量主要体现在教师人数和教师级别上，这可以用教育经费中教职工的工资费用来衡量；教育设备可以用教育经费中在教学设备上的花费来衡量；教学氛围主要体现在学生的学习积极性上，可以用教育经费中学校奖学金的资助力度来衡量。这三方面的花费在教育经费总支出中的比重可以从一定程度上反映出培养质量。

如果学校的经费越充足，则可以花费在这三方面的经费就越多，相应地，学校对学生的培养质量就越高。也就是说，学费价格会对培养质量产生影响，因为学费越高，学校的经费就越充足。

因此结合全国高校在师资、设备和奖贷助学金这三方面的费用和学费价格，定义一个培养质量指标。因为培养质量越大越好，所以培养质量指标最大可表示为

$$\max Y_1 = \frac{x_1}{f_1} \times \frac{F_4 + F_6 + Nx_2}{F'}, \quad (10)$$

其中， $F' = \sum_{i=4}^7 F_i + Nx_2$ ， F' 为全国高校经费的总支出；

x_1 为全国高等学校的平均学费价格； x_2 为全国平均的生均奖贷助学金；

f_1 为国家生均拨款； N 为全国高校的学生总数；

F_4 为全国高校教职工的工资福利； F_6 为全国高校的设备费用。

在这个指标中， $\frac{F_4 + F_6 + Nx_2}{F'}$ 是学校培养质量型经费占教育事业总支出的比例，如

果学费越高或生均奖贷助学金越高，则花费在培养质量的经费就越多，培养质量也越大。

目标 2：学生就读指标最大

虽然学费越高，学校对学生的培养质量也越高，但是过高的学费会使学生无力支付，为此我们建立第二个目标函数。我国目前的高等教育是处于供不应求的情况，教育部门按照高考成绩和考生志愿来分配学位。但是由于学费价格的影响，对于无法承担这个学费价格的学生，可能会选择放弃这个受教育机会。也就是说，学费价格的提高或降低对高校学生的就读率产生影响。如果学费越高，在经济上无法承担的学生就越多，则学校的学生就读率就越低；相反地，如果学费越低，在经济上能够承担的学生就越多，则学校的学生就读率就越高。

因此结合恩格尔系数、居民人均收入和学费、生均奖贷助学金的关系，定义一个学生就读指标。因为学生就读指标越大越好，所以学生就读指标最大可表示为

$$\max Y_2 = \frac{(1-E) \times p_1}{x_1 - x_2}, \quad (11)$$

其中， E 为恩格尔系数； p_1 为全国的居民人均收入。

因为恩格尔系数反映了居民均收入中用于购买食物的百分比，所以在这个指标的计算公式中，分子表示居民均收入中满足温饱之后的可支配金额；分母是将学费价格减去生均奖贷助学金，即平均每个学生为缴纳学费所支出的费用。如果这个指标越大，说明居民的人均支配金额能够承受学费的能力越大，相应地，学校的学生就读率就越高。

目标 3：办学收益指标最大

在问题的分析中提过，高等教育是一种商品，它是非义务教育，因此，学校作为一个经营者，必然希望自己在经济上的获利越多越好。学校的收入来源包括国家拨款、社会捐资、学校自筹资金和学费收入，学校的支出包括教职工的工资福利、学生的奖贷助学金、公务费、设备建设费用和基建支出。将这些收入和支出摊分到每个学生身上，如果学校在每个学生身上的获利越多，则其办学总获利就越大；相反地，如果学校在每个学生身上的获利越少，则其办学总获利就越少。

因此定义一个办学获利指标来衡量学校在每个学生身上的获利。因为对于学校而言，办学获利指标越大越好，所以办学获利指标最大可表示为

$$\max Y_3 = \frac{f_1 + f_2 + f_3 + x_1}{\sum_{i=4}^7 F_i / N + x_2}, \quad (12)$$

其中， f_1 为国家生均拨款； f_2 为生均社会捐资经费； f_3 为生均学校自筹资金；

F_4 为全国高校教职工的工资福利； F_5 为全国高校的公务费用；

F_6 为全国高校的设备费用； F_7 为全国高校的基建支出费用；

N 为全国高校的学生总数。

目标 4：学生收益指标最大

对于学生而言，选择接受高等教育相当于是对自身进行一种投资，因为在当今社会，拥有的专业知识水平越高，则竞争力也越大，相应得到的工资也会越高。也就是说，学生在大学期间是一个投资的阶段，而大学毕业之后是一个获利的阶段。如果相对于大学期间的投资而言，毕业后获得的利润越大的话，那么表明学生接受高等教育的收益越大。

因此结合学生投入的资金和毕业后获利的资金之间的关系，定义一个学生收益指标来衡量每个学生的投资和获利比。因为对于学生而言，收益指标越大越好，所以学生收益指标最大可表示为

$$\max Y_4 = \frac{p_2 - \bar{p}_2}{x_1 - x_2}, \quad (13)$$

其中， p_2 是全国大学毕业生的人均工资； \bar{p}_2 是全国的人均工资。

在这个指标中，分子是大学毕业生人均工资比全国人均工资的差值，它反映了接受大学教育与全国平均教育程度的利润差。分母是将学费价格减去生均奖贷助学金，即平均每个学生为缴纳学费所支出的费用。如果这个指标越大，说明学费的制定使得学生获得的收益越大。

约束分析：

(1) 成本分担约束

美国经济学家布鲁斯·约翰斯顿在其出版的《高等教育的成本分担：英国、联邦德国、法国、瑞典和美国的学生财政资助》一书中，提出了著名的成本分担理论，即应由政府、学生家庭和社会捐赠共同分担高等教育的成本。因此，学费标准应根据年生均教育培养成本的一定比例确定。我国规定^[8]，现阶段高等学校学费占年生均教育培养成本的比例最高不得超过 25%。则成本分担约束可表示为

$$\frac{x_1}{f} \leq C_1, \quad (14)$$

其中， $f = \sum_{i=4}^7 F_i / N + x_2$ ， f 是生均教育培养成本；

C_1 是比例阈值，可根据需要设定。这里根据国家规定，取 $C_1 = 25\%$ 。

(2) 家庭负担约束

高等教育投资对于受教育者来讲是一种教育消费，对于家庭来说是整个家庭消费的一部分。收费越高，会过多挤占家庭在其它方面的消费，加重家庭的生活负担。所以高等教育收费政策的制定必须考虑我国居民承受能力，特别是奖贷助学金的发放，就是为了确保弱势群体在接受高等教育时不受经济条件的限制，为更多的人提供接受高等教育的机会，促进教育资源得到有效的配置。因此需要约束学费价格来促进教育公平的实现。

因而，收费标准的确定必须建立在学生及其家庭的经济基础之上，在学生及家庭的经济承受能力的允许范围之内。则家庭负担约束可表示为

$$\frac{x_1 - x_2}{p_3} \leq C_2, \quad (15)$$

其中， p_3 是平均家庭收入，即等于全国居民人均收入乘以全国平均家庭规模；

C_2 是比例阈值，可根据需要设定。

(3) 社会经济约束

合理的大学学费价格必须是社会可以承受的价格。近 30 年的改革开放使我国在经济、科技、文化和教育等各方面都有了显著进步，最显著的变化之一就是人均 GDP 的提高。但是如果高校学费的增长大大高于人均 GDP 的增长，就会出现大学学费与人均 GDP 严重“倒挂”的现象。基于国民承受能力的角度，必须根据人均 GDP，对我国高

校的学费标准进行限制。从世界整体水平而言，学费占人均 GDP 的比例一般在 20% 左右。则社会经济约束可表示为

$$\frac{x_1}{p_4} \leq C_3, \quad (16)$$

其中， p_4 是全国人均 GDP； C_3 是比例阈值，这里根据世界水平取 $C_3 = 20\%$ 。

(4) 学校财力约束

过低的学费会使学校财力不足而无法保证其教学正常运作，因此，学生缴纳的学费总数需要能够保障学校教学工作的开展，即学校的总收入必须大于学校的总支出。则学校财力约束可表示为

$$Nx_2 + \sum_{i=4}^7 F_i \leq Nx_1 + \sum_{i=1}^3 F_i, \quad (17)$$

其中， F_1 为国家财政拨款； F_2 为社会捐资经费； F_3 为学校自筹资金；

F_4 为全国高校教职工的工资福利； F_5 为全国高校的公务费用；

F_6 为全国高校的设备费用； F_7 为全国高校的基建支出费用；

N 为全国高校的学生总数。

(5) 学费资助约束

为了确保贫困生在接受高等教育时不受经济条件的限制，学校发放给贫困生助学金或贷学金；为了鼓励品学兼优的学生，学校发放给优秀生奖学金。这些资助费用都从一定程度上减免了学生的学费。本文为了便于计算，提出一个生均奖贷助学金的概念，即将奖贷助学金摊分给每个受教育学生，其中奖贷助学金是对奖学金、贷学金和助学金的统称。为了在资助学生的同时又保证学校的利益，生均奖贷助学金占学费的比例需要有一个上限。则学费资助约束可表示为

$$\frac{x_2}{x_1} \leq C_4, \quad (18)$$

其中， C_4 是比例阈值，可根据需要设定。

5.2.3 模型二的建立

针对这个多目标决策问题，基于 5.2.1 的分析，以(10)~(13)为目标，以(14)~(18)为约束，建立多目标规划模型如下：

$$\begin{aligned} \max \quad Y_1 &= \frac{x_1}{f_1} \times \frac{F_4 + F_6 + Nx_2}{F'} \\ \max \quad Y_2 &= \frac{(1-E) \times p_1}{x_1 - x_2} \\ \max \quad Y_3 &= \frac{f_1 + f_2 + f_3 + x_1}{\sum_{i=4}^7 F_i / N + x_2} \\ \max \quad Y_4 &= \frac{p_2 - \bar{p}_2}{x_1 - x_2} \end{aligned}$$

$$s.t. \begin{cases} x_1 \leq C_1 f \\ x_1 \leq C_2 p_3 \\ x_1 - x_2 \leq C_3 p_4 \\ Nx_2 + \sum_{i=4}^7 F_i \leq Nx_1 + \sum_{i=1}^3 F_i \\ x_2 \leq C_4 x_1 \\ x_1, x_2 > 0 \end{cases}$$

模型说明：

目标 1 为培养质量指标最大，目标 2 为学生就读指标最大，目标 3 为办学获利指标最大，目标 4 为学生收益指标最大；

约束 1 为成本分担约束，约束 2 为家庭负担约束，约束 3 是社会经济约束，约束 4 是学校财力约束，约束 5 是学费资助约束；

x_1 为全国高等学校的平均学费价格； x_2 为全国平均的生均奖贷助学金；

F_1 为国家财政拨款； F_2 为社会捐资经费； F_3 为学校自筹资金；

F_4 为全国高校教职工的工资福利； F_5 为全国高校的公务费用；

F_6 为全国高校的设备费用； F_7 为全国高校的基建支出费用；

N 为全国高校的学生总数； F' 为全国高校经费的总支出； E 为恩格尔系数；

p_1 为全国的居民人均收入； p_2 是全国大学毕业生的人均工资；

\bar{p}_2 是全国的人均工资； p_3 是平均家庭收入； p_4 是全国人均 GDP；

f 为生均教育培养成本； f_1 为国家生均拨款； f_2 为生均社会捐资经费；

f_3 为生均学校自筹资金； C_1, C_2, C_3, C_4 是比例阈值。

5.2.4 模型二的求解

(1) 数据的收集

为了对模型二进行求解，首先我们收集求解模型一所需要用到的数据，如下表所列：

表 3 求解模型二所用的数据

数据名称	数据
全国普通高等学校国家财政拨款	125,957,124,000 元
全国普通高等学校社会捐资经费	1,933,151,000 元
全国普通高等学校自筹资金	56,972,147,000 元
全国高校教职工的工资福利	92,109,757,000 元
全国高校的公务费用	82,509,664,000 元
全国高校的设备费用	36,744,586,000 元
全国高校的基建支出费用	37,113,047,000 元
全国高校的学生总数	19,158,000 人
全国的居民人均收入	7174.7 元
全国人均 GDP	18268 元

全国恩格尔系数	39.8%
全国平均家庭户规模	3.17 人/户
全国大学毕业生的人均工资	33444 元
全国的人均工资	21001 元

注：以上数据来源于《2007 中国统计年鉴》和《2007 中国教育经费统计年鉴》，其中部分数据是通过年鉴中的相关数据计算求得的。

(2) 模型的求解

这是一个多目标决策问题，其求解可采用多属性效用函数，将多目标规划模型转化为单目标规划模型来求解。

首先，这里考虑到模型二中的 4 个目标函数都是要求最大化，因此我们运用线性加权法将多目标规划模型化为单目标规划模型来求解，加权得到的优化模型如下所示：

$$\begin{aligned} \max \quad & Z = \omega_1 Y_1 + \omega_2 Y_2 + \omega_3 Y_3 + \omega_4 Y_4 \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} x_1 \leq C_1 f \\ x_1 \leq C_2 p_3 \\ x_1 - x_2 \leq C_3 p_4 \\ Nx_2 + \sum_{i=4}^7 F_i \leq Nx_1 + \sum_{i=1}^3 F_i \\ x_2 \leq C_4 x_1 \\ x_1, x_2 > 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (19)$$

根据前面的分析，约束条件中的 4 个比例阈值分别取为 $C_1 = 25\%$ 、 $C_2 = 20\%$ 、 $C_3 = 20\%$ 、 $C_4 = 15\%$ 。另外，取 $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = \omega_4 = 0.25$ ，然后运用 LINGO 软件编程求解全局最优解，得到的结果为

表 4 全国水平的合理学费价格（单位：元）

项目	费用
学费	4298.35
生均奖贷助学金	644.75

上表显示，全国普通高等学校每位学生每年的平均学费为 4298.35 元，生均奖贷助学金为 644.75 元是最优值。

由《2007 中国教育经费统计年鉴》中的数据，用全国高等学校的总学费收入除以在校学生数，得到目前普通高等学校的平均学费为 4931.58 元；用全国高等学校的总奖贷助学金除以在校学生数，得到目前普通高等学校的生均奖贷助学金为 609.46 元。

根据结果可知，目前全国普通高等学校学费的制定存在普遍过高的现象，进行适当地下调，下调的幅度大概为 12.84%；同时，需要适当地增加奖贷助学金的发放金额，增加的幅度大概为 5.79%。这样既能够减少学生的经济负担，又可以保证培养质量，同时也不会影响学校教学工作的正常运作。

六 模型的改进

运用模型二，我们可以制定出针对全国高等学校平均水平的合理学费价格和生均奖贷助学金。在实际生活中，不同地区、不同类型的学校、不同专业的学生所需要缴纳的学费各不相同。为了能够具体地制定出某地区某个学校中某个专业的合理学费价格，在模型的改进方面，我们考虑对模型二进行改进，建立一个能够计算出具体地区、具体学校、具体专业的模型。

在问题的分析中提过，地区、学校类型和专业这三个因素都会对学费价格产生影响。为了衡量这些因素所产生的影响，我们制定了以下三个系数：

(1) 社会贡献系数 λ

这个系数是根据专业性质来确定的。对于不同的专业，由于其学生毕业之后对社会的贡献不同，相应地，国家的资助力度也不相同。比如师范类专业，由于师范类专业学生毕业后大部分为国家的教育事业服务，对社会的贡献较大，而教师的工资水平不高，所以个人获得的回报较少，因此国家对师范类专业的资助力度较大。因此，对于这种社会贡献率较高、个人回报率较低的专业，由于国家的资助力度较大，所以其学费可以保持在一个较低的水平。

针对这种情况，我们根据专业性质定义一个社会贡献系数，来对不同专业获得的国家资助力度对学费产生的影响进行量化。

这里我们将专业分为 7 大类，分别是理工类、文科类、商科类、师范类、艺术类、农林类、医科类。根据每个专业的性质，对其社会贡献系数进行估计，如下表所示：

表 5 各专业的社会贡献系数

专业	理工类	文科类	商科类	师范类	艺术类	农林类	医科类
社会贡献系数	1	1	1	1.5	1	1.8	1.2

(2) 专业培养系数 μ

这个系数是根据专业特点来确定的。对于不同的专业，受教育学生的培养成本不同。某些专业自身的特点使其培养成本较高，相应地要求就读的学生缴纳较高的学费，比如艺术类专业。

针对这种情况，我们根据专业特点定义一个专业培养系数，来对不同专业的生均培养成本对学费产生的影响进行量化。

根据每个专业的特点，对其社会贡献系数进行估计，如下表所示：

表 6 各专业的专业培养系数

专业	理工类	文科类	商科类	师范类	艺术类	农林类	医科类
专业培养系数	1	1	1	0.8	1.8	0.8	1.6

(3) 学校重点系数 ξ

由于重点学校得到政府和社会提供的财政经费要远高于普通学校，因此重点高校能够接受相对较低的学费。这就是我国高等教育中普遍存在“高质低价、低质高价”现象的原因。另外，民办高校由于缺少政府的财政扶持，主要依靠学费作为办学经费的主要来源，所以其学费水平应高于同类的公立院校。

针对这种情况，我们根据学校性质定义一个学校重点系数，来对不同类学校获得的国家资助力度对学费产生的影响进行量化。

这里我们将学校按其重点程度分为 3 类，分别是重点本科学校、普通本科学校和专科学校。根据每类学校的性质，对其学校重点系数进行估计，如下表所示：

表 7 各类学校的学校重点系数

学校	重点本科	普通本科	专科
学校重点系数	1.5	1.2	1

建立这个改进模型的目的是为了制定某类学校具体专业的合理学费价格和生均奖贷助学金。我们以学费价格和生均奖贷助学金作为变量，设该学校该专业的学费价格为 x_1 ，生均奖贷助学金为 x_2 。

在模型二的基础上，结合以上 3 个系数，建立如下多目标规划模型，这个改进模型的优点是能够对某类学校具体专业的学费和生均奖贷助学金进行合理定价。

$$\begin{aligned}
 \max \quad & Y_1 = \frac{x_1/\lambda}{\mu\xi F_1} \times \frac{F_4 + F_6 + x_2 \times N}{F'} \\
 \max \quad & Y_2 = \frac{(1-E) \times p_1}{x_1 - x_2} \\
 \max \quad & Y_3 = \frac{\mu\xi(F_1 + F_2 + F_3)/N + x_1/\lambda}{(F_4 + F_5)/N + x_2} \\
 \max \quad & Y_4 = \frac{\mu\xi(p_2 - \bar{p}_2)}{x_1 - x_2} \\
 s.t. \quad & \begin{cases} x_1 \leq C_1 \mu \xi f \\ x_1 \leq C_2 p_3 \\ x_1 \leq C_3 p_4 \\ Nx_2 + \sum_{i=4}^7 F_i \leq Nx_1 + \sum_{i=1}^3 F_i \\ x_2 \leq C_4 x_1 \\ x_1, x_2 > 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$

模型说明：

目标 1 为培养质量指标最大，目标 2 为学生就读指标最大，目标 3 为办学获利指标最大，目标 4 为学生收益指标最大；

约束 1 为成本分担约束，约束 2 为家庭负担约束，约束 3 是社会经济约束，约束 4 是学校财力约束，约束 5 是学费资助约束；

x_1 为该校该专业的学费价格； x_2 为该校该专业的生均奖贷助学金；

λ 是该专业的培养系数； μ 是该专业的社会贡献系数； ξ 是该校的学校重点系数；

F_1 为该校获得的国家财政拨款； F_2 为该校获得的社会捐资经费； F_3 为该校的自筹资金；

F_4 为该校教职工的工资福利； F_5 为该校的公务费用；

F_6 为该校的设备费用； F_7 为该校的基建支出费用；

N 为该校的学生总数; F' 为该校经费的总支出; E 为该校所在地的恩格尔系数;
 p_1 为当地的居民人均收入; p_2 是该校该专业大学毕业生的人均工资;
 \bar{p}_2 是当地的人均工资; p_3 是当地平均家庭收入; p_4 是当地人均 GDP;
 f 是生均教育培养成本; C_1, C_2, C_3, C_4 是比例阈值。

七 模型的讨论

7.1 模型的评价

模型一是从教育投资效益的角度出发来分析“学费的合理性”的影响因素,构造了劳动消耗指标、劳动成果指标、科研成果指标、劳动占用指标、资源利用指标。然后运用偏大型正态分布函数对这 5 个指标进行动态加权,构造出学费合理性的综合评价指标。模型一可适用评价不同类型的学校的学费合理性或不同专业的学费合理性。

模型二是从全国整体水平出发,以培养质量指标最大、学生就读比例指标最大、学校办学收益指标最大和学生收益指标最大为 5 个目标函数,同时考虑成本分担约束、家庭负担约束、社会经济约束和学校财力约束,建立多目标规划模型。通过线性加权将多目标规划模型化为单目标规划模型,用 LINGO 软件求得全局最优解。

模型的改进方面,在模型二的基础上,引进了社会贡献系数、专业培养系数和学校重点系数,建立了一个能够对某类学校(本科、专科)的具体专业的学费进行合理定价的模型。

7.2 模型的优点

- (1) 模型的适用性和灵活性强,通过收集不同的相关数据,即可对各个地区的学校学费、各类学校的学费和不同专业的学费进行定量分析。
- (2) 综合评价模型中运用偏大型正态分布函数作为动态加权函数,这种动态加权可以使指标更加关心该地区的强项,忽略弱项,使模型更有针对性的分析不同地区的特点,并且使差别更加鲜明,排序更加有据。
- (3) 模型的有良好的可推广性,模型只需修改必要的变量,就可以适用于不同地区,专业的学费定价问题。

7.3 模型的缺点

- (1) 指标的定义存在一定的主观性,由于问题的复杂因素较多,不能对所有因素进行全面的考虑。
- (2) 模型涉及到很多方面的相关数据,对数据的收集有一定的依赖性。

八 给教育部门的报告

——当前高等教育学费的合理性分析

自 1994 年招生和收费并轨以来，特别是 1999 年扩招以来，贫困大学生就业越来越成为社会各界关注的热点问题。高等教育是实现社会分层的重要机制，也是弱势群体获得社会升迁的重要途径。一个人能否接受高等教育，在很大程度上决定了他是否能在未来的生活中处于优势地位。学费对高等教育入学机会有重要影响，所以研究学费有十分重要的社会意义。

为了研究当前高等教育学费的合理性，我们建立了一个综合评价模型来进行量化分析。这种方法是从教育投资效益的角度出发，构造了包括有劳动消耗指标、劳动成果指标、科研成果指标、劳动占用指标、资源利用指标的综合评价体系。

应用这个综合评价体系，我们对 31 个省份的普通高等学校的学费合理性进行量化分析，并根据综合评价指标的大小来比较不同省份高校学费的合理性。结果表明，浙江省、湖北省、江西省的学费合理性最大，福建省的学费合理性最小。具体的评价结果如下图所示：

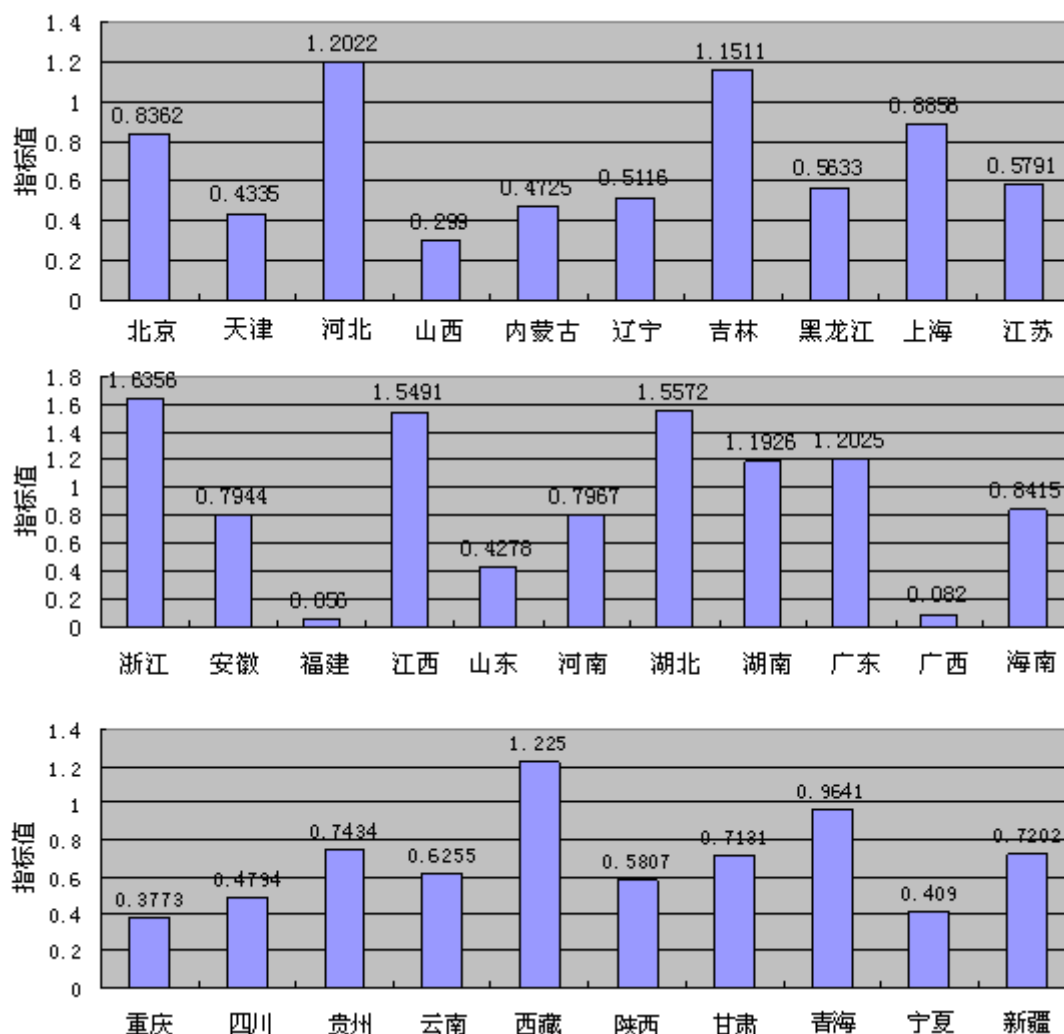


图 4 各地区的综合指标值

为了确保弱势群体在接受高等教育时不受经济条件的限制，为更多的人提供接受高等教育的机会，促进教育资源得到有效的配置。因此需要制定一个合理的学费价格来促

进教育公平的实现。

因此我们又从全国整体水平出发,希望能够制定一个合理的学费价格,使得一方面既能够提高培养质量、提高学生就读比例、提高学校办学收益和学生收益;另一方面又能够满足成本分担、家庭负担、社会经济和学校财力的要求。

为了照顾符合接受高等教育条件但是家庭经济困难的学生,国家规定贫困生可以通过申请奖学金、贷学金和助学金来获得资助、减少学费的支出。因此,在研究学费标准时,不仅要考虑学费自身的标准,还要兼顾考虑奖学金、贷学金和助学金的标准。这里我们将奖学金、贷学金和助学金结合起来进行分析,统称为“奖贷助学金”。

经过计算分析,我们提出一个学费价格的调整方案:将全国普通高等学校的平均学费价格调整为 4298.35 元,生均奖贷助学金为 644.75 元,即全国的奖贷助学金支出调整为 12,352,120,500 元。

而目前普通高等学校的平均学费为 4931.58 元,全国的奖贷助学金支出为 10,597,273,000 元,即生均奖贷助学金为 609.46 元。对比可知,目前全国普通高等学校学费的制定存在普遍过高的现象,应当进行适当地下调,下调的幅度大概为 12.84%;同时,需要适当地增加奖贷助学金的发放金额,增加的幅度大概为 5.79%。

综上所述,普通高等学校学费水平偏高是造成教育不公平的原因之一,它涉及到广大居民的根本利益。因此,我们认为制定学费政策时要构建合理的高等教育成本分担体系,完善各种资助制度,制定合理的高等教育学费制度,使学费政策符合社会的整体利益,从而实现高等教育机会的公平性。这样才能使高校贫困生问题得到缓解,才能使我国的教育事业健康发展。

九 参考文献

- [1] 乔锦忠,大学学费额度确定探讨,2004 年中国教育经济学学术年会论文
- [2] 赵勤,高等教育学费价格机制影响因素分析,事业财会,总第 106 期,第 9~11 页,2007 年
- [3] 张庆亮,杨莲娜,高等教育学费的价格属性、影响因素及其实施保障,国家教育行政学院学报,第 48~52 页,2006 年 4 月
- [4] 谭章禄,张小萍,高等教育学费价格市场模型分析,黑龙江高教研究,总第 140 期,第 1~3 页,2005 年
- [5] 冯涛,我国大学学费定价的实证分析及政策建议,中国物价,第 31~37 页,2008 年 3 月
- [6] 冯涛,陈松,我国大学学费定价的理论依据及改进建议——基于收益论和居住地的视角,价格理论与实践,第 29~30 页,2008 年第 3 期
- [7] 章茂山,中国民办高校学费问题研究,厦门大学博士学位论文,2007 年 5 月
- [8] 周晓红,我国高等教育学费问题研究述评,2004 年中国教育经济学学术年会论文
- [9] 陈家洪,高等教育投资效益的综合评价,第 47~48 页,统计与决策,2006 年 9 月
- [10] 丁建立,我国高等教育投资效益的量标与评价,第 47~48 页,江苏高教,1995 年第 6 期

十 附录

(1) 模型一中 5 个评价指标的值

表 9 模型一 5 个评价指标的值

省份	劳动消耗指标	劳动成果指标	科研成果指标	劳动占用指标	资源利用指标
北 京	9.2389219	0.9170158	0.0944949	15.81	0.6423242
天 津	4.1408728	0.8640795	0.0984868	16.59	0.6051613
河 北	3.7669293	0.8957839	0.0511205	18.16	0.654553
山 西	4.2364112	0.8290212	0.028753	17.77	0.6816482
内蒙古	5.1140588	0.8078648	0.0314106	15.54	0.771388
辽 宁	4.39178	0.8769239	0.0875259	17.48	0.6508745
吉 林	4.0047469	0.9198072	0.04088	16.86	0.6467239
黑龙江	3.9563064	0.8584228	0.053068	17.96	0.6442573
上 海	9.0696594	0.885584	0.2317065	17.46	0.6503511
江 苏	5.0936295	0.7879077	0.1463013	18.54	0.5502117
浙 江	7.8962631	0.8504223	0.444113	18.67	0.5696199
安 徽	3.8043723	0.7831904	0.0388102	18.47	0.6238151
福 建	5.4303459	0.8121126	0.1386738	17.33	0.615177
江 西	2.4524244	0.6580119	0.0232741	18.91	0.5184224
山 东	3.7277935	0.7529803	0.1315292	17.07	0.5997779
河 南	3.6747183	0.7483184	0.0628846	18.4	0.6585752
湖 北	3.1056982	0.9219834	0.0413504	17.79	0.4955911
湖 南	3.8959615	0.8734991	0.0651858	18.66	0.5160728
广 东	7.9977604	0.80755	0.4337849	18.15	0.5816968
广 西	4.7304478	0.7520608	0.0367529	17.19	0.6596294
海 南	5.1970856	0.7634708	0.029067	19.07	0.6708091
重 庆	4.6023657	0.8303164	0.1146869	18.2	0.5525373
四 川	4.2204102	0.7558833	0.0803992	18.21	0.5659039
贵 州	6.2960595	0.8524645	0.0524478	18.39	0.7394335
云 南	6.9840893	0.8597668	0.0512716	17.6	0.7742064
西 藏	12.934458	0.8671928	0.0303484	14.11	0.9552459
陕 西	3.2105099	0.8338848	0.0281083	15.84	0.5473129
甘 肃	4.5320993	0.8738312	0.0295067	18.01	0.7091713
青 海	7.9831837	0.863837	0.0160649	14.13	0.8582669
宁 夏	6.4983533	0.7715708	0.0382334	17.27	0.7627281
新 疆	7.6648313	0.8976068	0.0469783	16.69	0.7022879

(2) 模型一中 5 个评价指标进行标准化后的值

表 10 模型一中 5 个评价指标标准化后的值

省份	劳动消耗指标	劳动成果指标	科研成果指标	劳动占用指标	资源利用指标
天 津	0.8389	0.7806	0.1926	0.5	0.2384
河 北	0.8746	0.9007	0.0819	0.8165	0.3458
山 西	0.8298	0.6478	0.0296	0.7379	0.4048
内蒙古	0.7461	0.5677	0.0359	0.2883	0.6
辽 宁	0.815	0.8293	0.1669	0.6794	0.3378

吉 林	0.8519	0.9918	0.058	0.5544	0.3288
黑龙江	0.8565	0.7592	0.0864	0.7762	0.3234
上 海	0.3687	0.8621	0.5038	0.6754	0.3367
江 苏	0.748	0.4921	0.3043	0.8931	0.1188
浙 江	0.4807	0.7289	1	0.9194	0.1611
安 徽	0.871	0.4742	0.0531	0.879	0.279
福 建	0.7159	0.5838	0.2864	0.6492	0.2602
江 西	1	0	0.0168	0.9677	0.0497
山 东	0.8783	0.3598	0.2697	0.5968	0.2267
河 南	0.8834	0.3421	0.1094	0.8649	0.3546
湖 北	0.9377	1	0.0591	0.7419	0
湖 南	0.8623	0.8163	0.1148	0.9173	0.0446
广 东	0.471	0.5665	0.9759	0.8145	0.1873
广 西	0.7827	0.3563	0.0483	0.621	0.3569
海 南	0.7382	0.3995	0.0304	1	0.3812
重 庆	0.7949	0.6527	0.2304	0.8246	0.1239
四 川	0.8313	0.3708	0.1503	0.8266	0.153
贵 州	0.6333	0.7366	0.085	0.8629	0.5305
云 南	0.5677	0.7643	0.0822	0.7036	0.6061
西 藏	0	0.7924	0.0334	0	1
陕 西	0.9277	0.6663	0.0281	0.3488	0.1125
甘 肃	0.8016	0.8176	0.0314	0.7863	0.4647
青 海	0.4724	0.7797	0	0.004	0.789
宁 夏	0.614	0.4302	0.0518	0.6371	0.5812
新 疆	0.5027	0.9077	0.0722	0.5202	0.4497

(3) 模型一的程序

```
function [data,ans1,ans2,mean1,std1,we]=sta
load matlab.mat;
%±×¼»-
a=min(data(:,1));
b=max(data(:,1));
data(:,1)=(b-data(:,1))/(b-a);
for j=2:5
    a=min(data(:,j));
    b=max(data(:,j));
    data(:,j)=(data(:,j)-a)/(b-a);
end
%µÛÒ»ÖÖ¼ÓÈ"Ä£ÐÍ
ar=0.5;aaa
for j=1:5a
    w(j)=(1-ar)*ar^j;
end
ans1=w(1)*data(:,1)+w(2)*data(:,2)+w(3)*data(:,3)+w(4)*data(:,4)+w(5)*data(
:,5);
plot(1:31,ans1,'*');
%¶Ì-¼ÓÈ"Ä£ÐÍ
for j=1:5
    mean1(j)=mean(data(:,j));
    std1(j)=std(data(:,j));
end
ans2=zeros(31,1);
```

```

for i=1:31
    for j=1:5
        ans2(i)=ans2(i)+weight(j,mean1(j),std1(j),data(i,j))*data(i,j);
        we(i,j)=weight(j,mean1(j),std1(j),data(i,j));
    end
end
figure(2)
plot(1:31,ans2,'*');
function y=weight(j,mu,secma,x)
if x<=mu
    y=0;
else y=1-exp(-(x-mu)^2/secma^2);
end

```

(4) 模型二的程序:

```

model:
data:
F1=125957124000;
F2=1933151000;
F3=56972147000;
F4=92109757000;
F5=82509664000;
F6=36744586000;
F7=37113047000;
N=19158000;
!N=17388000;
E=0.398;
p1=7174.7;
p2=33444;
p2g=21001;
p4=18268;
C1=0.25;
C2=0.2;
C3=0.2;
C4=0.15;
enddata

max=0.25*x1/sf1*(F4+F6+N*x2)/FP
+0.25*(1-E)*p1/(x1-x2)
+0.25*(sf1+sf2+sf3+x1)/(F4+F5+F6+F7)*N+x2
+0.25*(p2-p2g)/(x1-x2);

x1<C1*sf;
x1<C2*p3;
x1-x2<C3*p4;
N*x2+F4+F5+F6+F7<N*x1+F1+F2+F3;
x2<C4*x1;

f=(F4+F5+F6+F7)/N+x2;
FP=(F4+F5+F6+F7)+N*x2;
p3=3.17*7174.7;
sf1=F1/N;
sf2=F2/N;
sf3=F3/N;
end

```